

project management Professional (PMP) course

Email : youssuf.elfarmawy@gmail.com
Facebook : youssuf.elfarmawy@live.com
Phone : 01112550515
Website : youssufelfarmawy.wordpress.com
لا تنسونا صالح الدعاء



Burgess Algorithm

2

- ▶ Burgess method is considered as one of the famous methods for resources leveling in construction industry. As the resources profile be straight line, the usage of resources will be better.
- ▶ As we reduce the first moment of resources profile, the resources profile will be straight or at least slowly increase from the beginning toward the peak then slowly decrease until the end of the project.
- ▶ So, Burgess method depends on reduce the summation of square of resources.
- ▶ *يُعتبر أفضل حل في التعامل مع الـ resources التي تخدم المشروع أن تكون متساوية في كل الأيام تقريبًا ، فمثلاً اعتمد على 5 مهندسين كل يوم فلا يكون مثلاً يوم أحتاج فيه 10 مهندسين و يوم آخر أحتاج إلى 3 مهندسين ، لكن نظراً لصعوبة جعل عدد الـ resources متساوي تماماً في كل الأيام لذلك سنحاول قدر الإمكان أن نجعلها في حدود قريبة من بعضها بأكبر شكل ممكن فمثلاً تبدأ مثلاً بـ 4 مهندسين و اليوم التالي 6 مهندسين و اليوم الثالث مثلاً 3 مهندسين أي القيم قريبة للمتوسط قدر الإمكان .
- ▶ *يتم ذلك باستخدام هذه الطريقة عن طريق تحريك البنود Non critical و ذلك حتى لا يؤخر من زمن المشروع .

▶ Steps for solution – خطوات الحل :

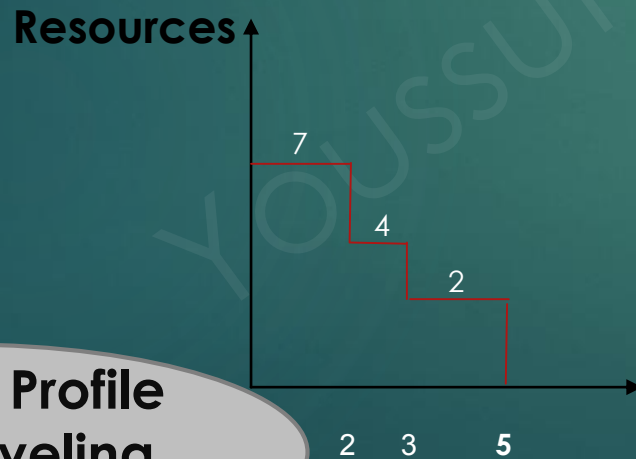
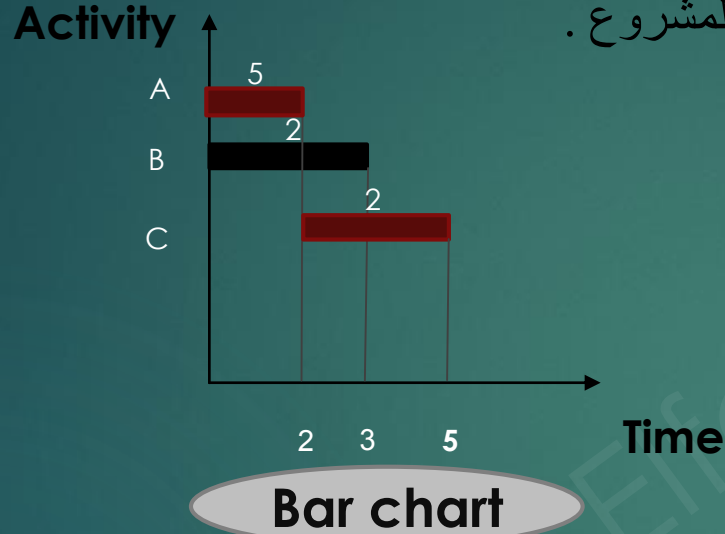
- ▶ 1-Draw bar-chart.
- ▶ 2-Calculate free float for all activities.
- ▶ 3-Move non-critical activities only, in all possible trails.
- ▶ 4-In each trail, we calculate the summation of the square of resources.
- ▶ *سيتم رسم bar-chart كما سبق شرحه ، ثم نُحدد الـ Free float و هي الفترة الزمنية المسموح للبند أن يتأخرها دون أن يؤخر البنود التي تليه ، حيث سيتم تحريك البنود الـ Non critical فقط و ذلك حتى لا تؤخر من زمن المشروع .
 - ▶ *سيتم ذلك عن طريق عمل مُحاولات كما سيوضح بالمثال التالي لمعرفة أفضل حل من بين المُحاولات .
- ▶ *في كُل مُحاولَة سنرسم Histogram يوضح عدد الـ Resources المطلوبة في كُل يوم ، ثم نقوم بتربيع هذه القيم ثم نجمعهم كما سيوضح بالمثال التالي .
 - ▶ *نقوم باختيار المُحاولَة التي تُعطي القيمة الأقل من بين المُحاولات المُختلفة .

► **Example (1) :**

- **By Using Burgess Method, draw the resources distribution before and after resources leveling.**

	Preceding activity	Duration (day)	Number of resources / day
A	----	2	5
B	----	3	2
C	A	3	2

*أولاً سنقوم برسم bar-chart و تحديد المسار الحرج الـ Critical path وهو أطول مسار بالمشروع و بالتالي إذا تأخر أي بند في هذا المسار يؤخر المشروع و لذلك لن نؤخر أي بند من بنود المسار الحرج حتى لا يؤخر زمن المشروع .



Non critical

Critical

*نستطيع الآن تحديد الـ Critical path و هو أطول مسار بالمشروع

و هو المسار A C ، لذلك لا يُمكن إجراء أي تأخير لأي من البندين A or C .

*البند الوحيد الذي يُمكن تأخيرُه دون أن يؤخر على زمن المشروع هو البند B

حيث أنه ينتهي عند اليوم الثالث بينما ينتهي المشروع عند اليوم الخامس ، لذلك

فإن البند B لديه سماحية تأخير يومين دون أن يؤخر من المشروع .

*بناءً على ذلك فإن البند B سيكون له سماحية ألا يتأخر أو يتأخر يوم أو يتأخر

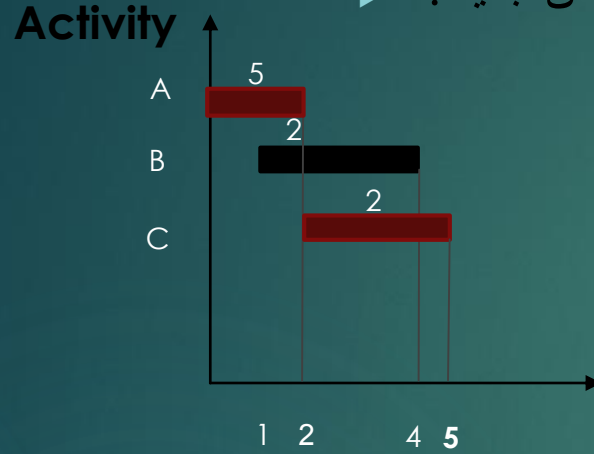
يومين ، و بالتالي يكون لدينا ثلاث احتمالات و يُعتبر عدم إجراء أي تعديل هو

المحاولة الأولى لذلك سنربّع قيم الـ Resources عند كل يوم ثم نجمعهم

$$R = 7^2 + 7^2 + 4^2 + 2^2 + 2^2 = 122$$

Resource Profile before leveling
* Histogram *

▶ نقوم بتجربة الاحتمال الثاني و هو تأخير البند B يوم واحد و نرسم Bar chart & histogram من جديد .



Bar chart

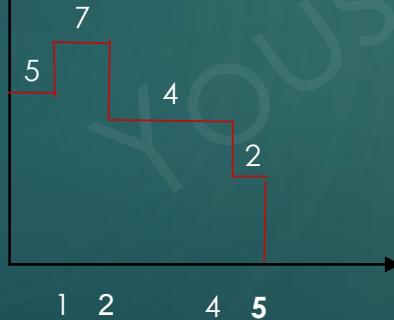
▶ بتأخير البند B يومًا واحدًا فإنه سيبدأ عند اليوم الأول و ينتهي بعد اليوم الرابع .

▶ بنفس الطريقة السابقة نقوم بتربيع قيم الـ Resources ثم نجمعهم و يكون هذا هو الاحتمال

الثاني .

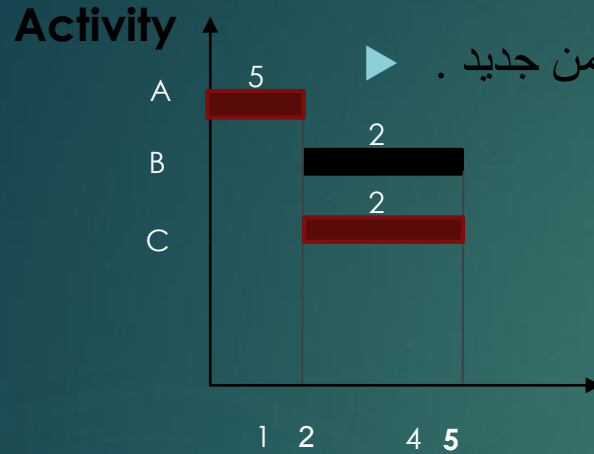
$$R^2 = 5^2 + 7^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2 = 110$$

Resources



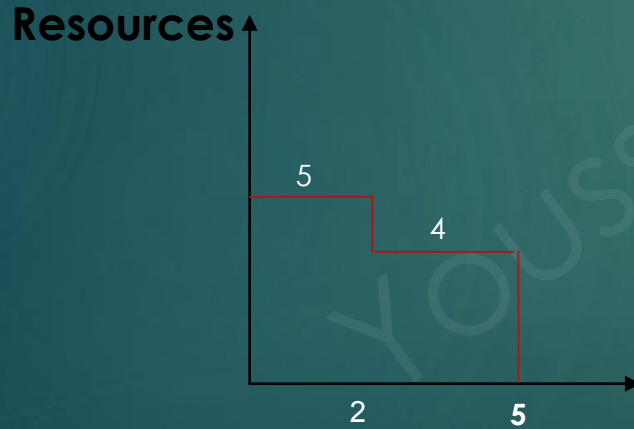
Histogram

▶ كلما قلّ هذا الرقم دلّ على حل أفضل لذلك الحل بالاحتمال الثاني أفضل من الأول .



Bar chart

$$R^2 = 5^2 + 5^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 = 98$$

Resource Profile
after leveling
* Histogram *

*نقوم بتجربة الاحتمال الثاني و هو تأخير البند B يومان و نرسم Bar chart & histogram من جديد .

*بتأخير البند B يومان فإنه سيبدأ عند اليوم الثاني و ينتهي بعد اليوم الخامس.

*بنفس الطريقة السابقة نقوم بتربيع قيم الـ Resources ثم نجمعهم و يكون هذا هو الاحتمال

الثالث .

*كلما قلّ هذا الرقم دلّ على حل أفضل لذلك الحل بالاحتمال الثالث أفضل من الأول و الثاني .

► **Example (2) :**

► **By Using Burgess Method, draw the resources distribution before and after resources leveling.**

	Preceding activity	Duration (day)	Number of resources / day
A	----	2	4
B	A	3	2
C	A	2	3
D	B	2	1
E	C	1	2
F	A	4	1

Activity

9

Resources



Non critical

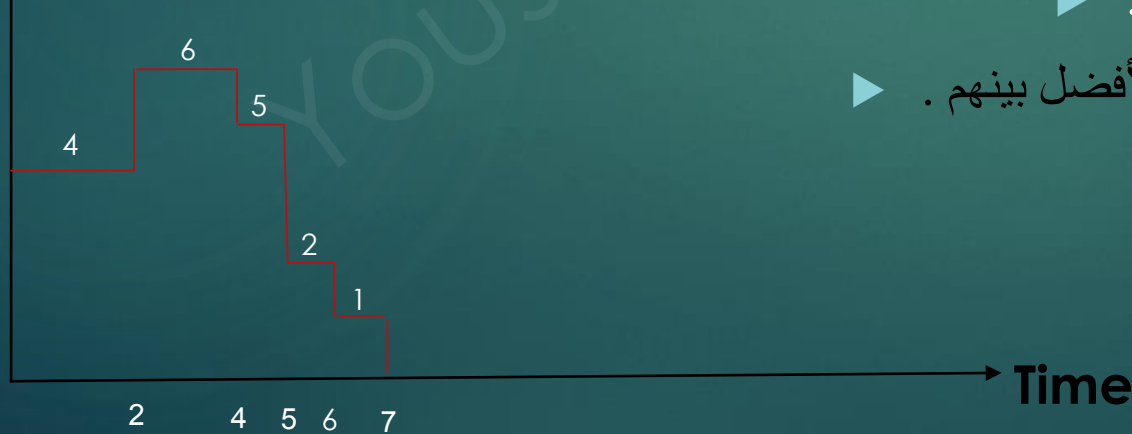
Critical

Critical path ABD

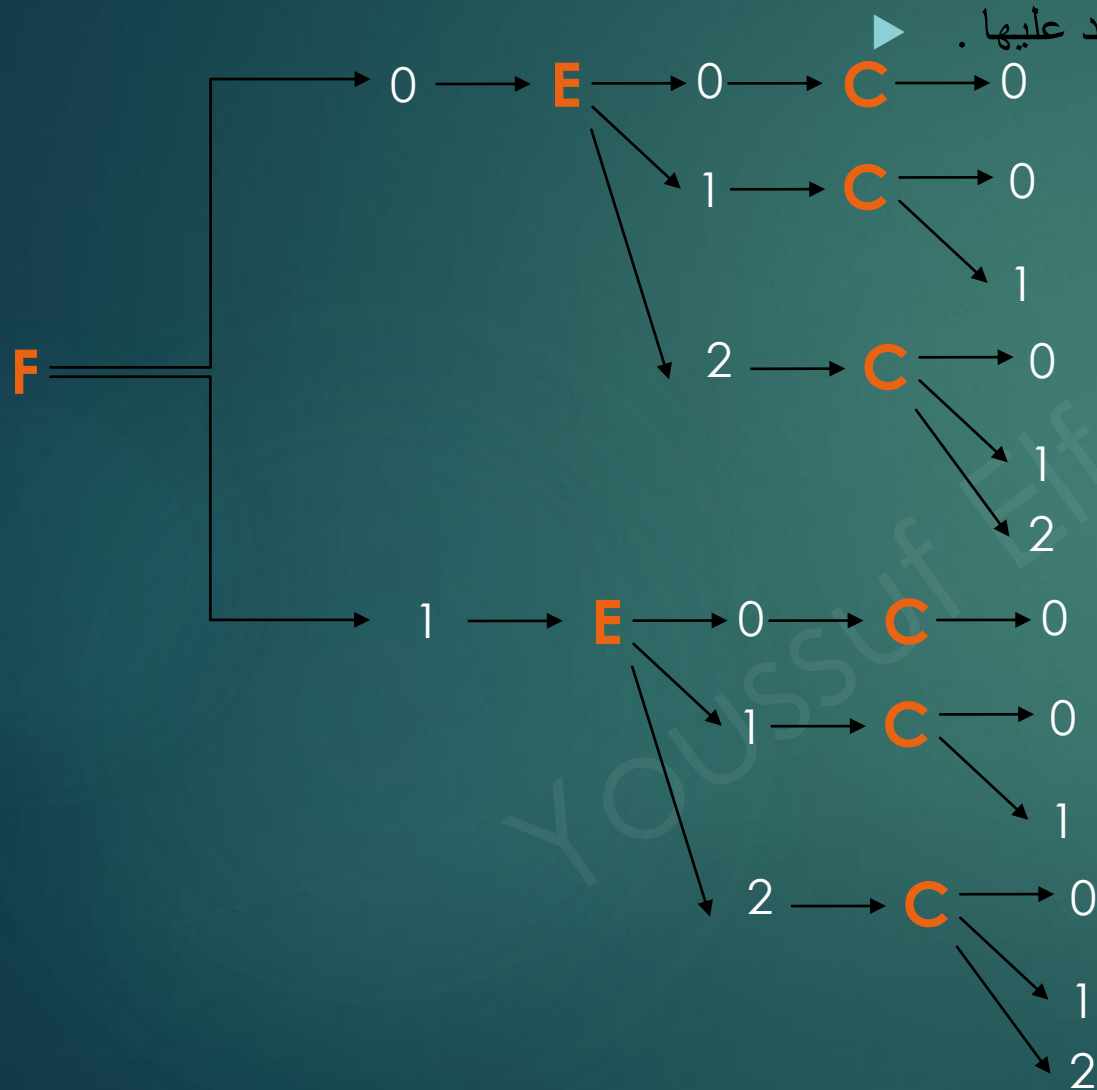
هذه البنود لا يُمكن تحريك أي بند فيهم لأن أي تأخير لأي من هذه البنود يؤخر من زمن المشروع .

*نستنتج من ذلك أن البنود القابلة للتأخير هي البنود **C & E & F** .

لذلك سيكون لدينا احتمالات كثيرة يجب دراستها جميعًا لمعرفة الأفضل بينهم .



- ▶ نلاحظ أن البند F في مسار بمفرده ، و البندين C & E مُرتبطان ببعضهما حيث أن البند E يعتمد على البند C ، بالتالي حركة البند F



- ▶ لا تعتمد على البندين C & E ، لكن حركة البند E تتأثر بحركة البند C لأنها تعتمد عليها .

**بناءً على ذلك تكون الاحتمالات الموجودة هي

**يكون على ذلك لدينا 12 احتمال و شرحهم كالتالي :

1- البند F في مسار بمفرده و نلاحظ أنه انتهى عند اليوم السادس

و المشروع انتهى عند اليوم السابع أي أنه هناك امكانية لتأخير البند F

يوم دون أن يؤخر من زمن المشروع .

2- البندين C & E نتيجة لاعتماد البند E على البند C فإن البند E

انتهى عند اليوم الخامس لذلك مُتاح له أن يتأخر يومين على أقصى تقدير دون

أن يؤخر من زمن المشروع لذلك

فإنه إذا لم يتم تحريك البند E فإن البند C الذي قبله غير مُتاح له أن يتحرك

و إذا تم تحريك البند E يوم واحد فإن البند C مُتاح له أن لا يتحرك

أو يتحرك أقصى تقدير يوم واحد ، و إذا تم تحريك البند E يومين فإن البند

C الذي قبله مُتاح له أن لا يتحرك أو يتحرك يوم أو أقصى تقدير يومين .

* يجب أن يتم دراسة الـ 12 احتمال و اختيار الأفضل و هو الذي يُعطي قيمة R^2 أقل .

1- الاحتمال الأول عدم تحريك أي بند و بالتالي $R^2 = 4^2 + 4^2 + 6^2 + 6^2 + 5^2 + 2^2 + 1^2 = 134$

2- الاحتمال الثاني $C=0$, $E=1$, $F=0$ فنرسم Histogram جديد بعد تحريك البند E يومًا واحدًا .

$$R^2 = 4^2 + 4^2 + 6^2 + 6^2 + 3^2 + 4^2 + 1^2 = 130$$

3- نُكرر ذلك لباقي الاحتمالات و نحسب R^2 للـ 12 احتمال و نختار الأقل هو الحل الأفضل .

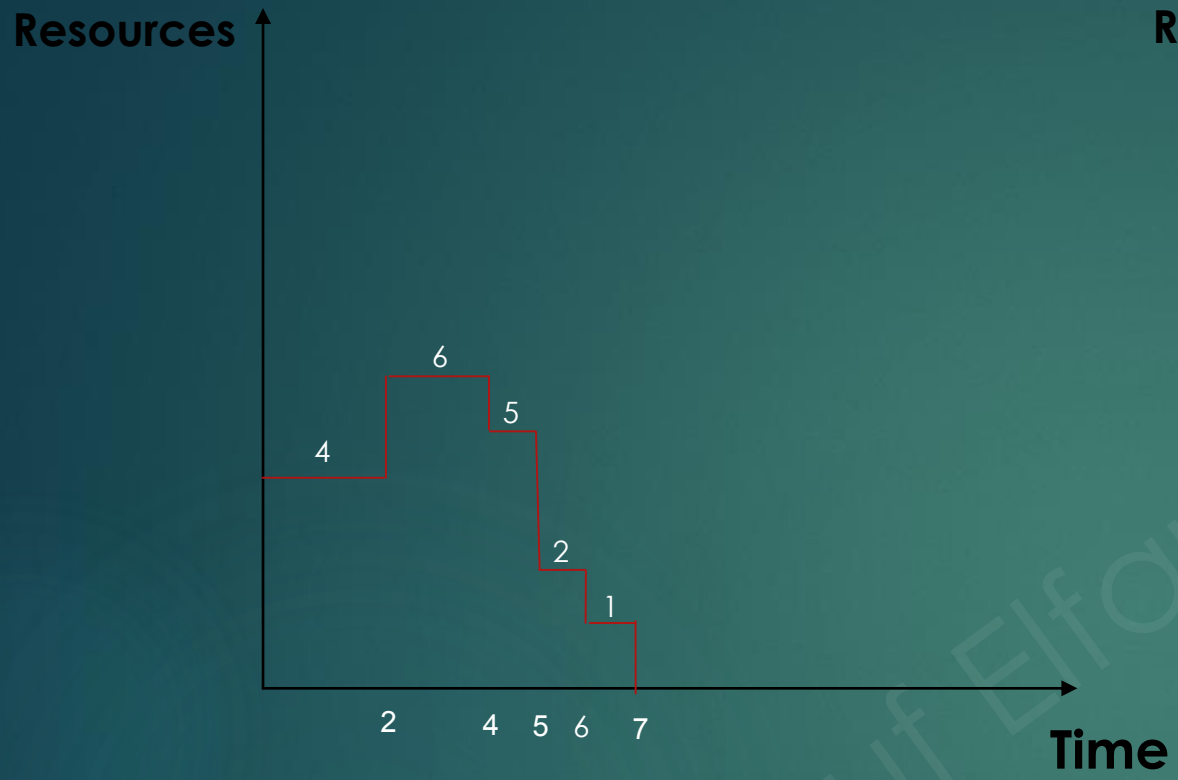


	D	R	Time							Σ
			1	2	3	4	5	6	7	
C = 0, E = 1, F = 0		R	4	4	6	6	3	4	1	130
		R ²	16	16	36	36	9	16	1	
C = 1, E = 1, F = 0		R	4	4	3	6	6	4	1	130
		R ²	16	16	9	36	36	16	1	
C = 0, E = 2, F = 0		R	4	4	6	6	3	2	3	126
		R ²	16	16	36	36	9	4	9	
C = 1, E = 2, F = 0		R	4	4	3	6	6	2	3	126
		R ²	16	16	9	36	36	4	9	
C = 2, E = 2, F = 0		R	4	4	3	3	6	5	3	120
		R ²	16	16	9	9	36	25	9	
	D	R	Time							Σ
			1	2	3	4	5	6	7	
C = 0, E = 0, F = 1		R	4	4	5	6	5	2	2	126
		R ²	16	16	25	36	25	4	4	
C = 0, E = 1, F = 1		R	4	4	5	6	3	4	2	122
		R ²	16	16	25	36	9	16	4	
C = 1, E = 1, F = 1		R	4	4	2	6	6	4	2	128
		R ²	16	16	4	36	36	16	4	
C = 0, E = 2, F = 1		R	4	4	5	6	3	2	4	122
		R ²	16	16	25	36	9	4	16	
	D	R	Time							Σ
			1	2	3	4	5	6	7	
C = 1, E = 2, F = 1		R	4	4	2	6	6	2	4	128
		R ²	16	16	4	36	36	4	16	
C = 2, E = 2, F = 1		R	4	4	2	3	6	5	4	122
		R ²	16	16	4	9	36	25	16	

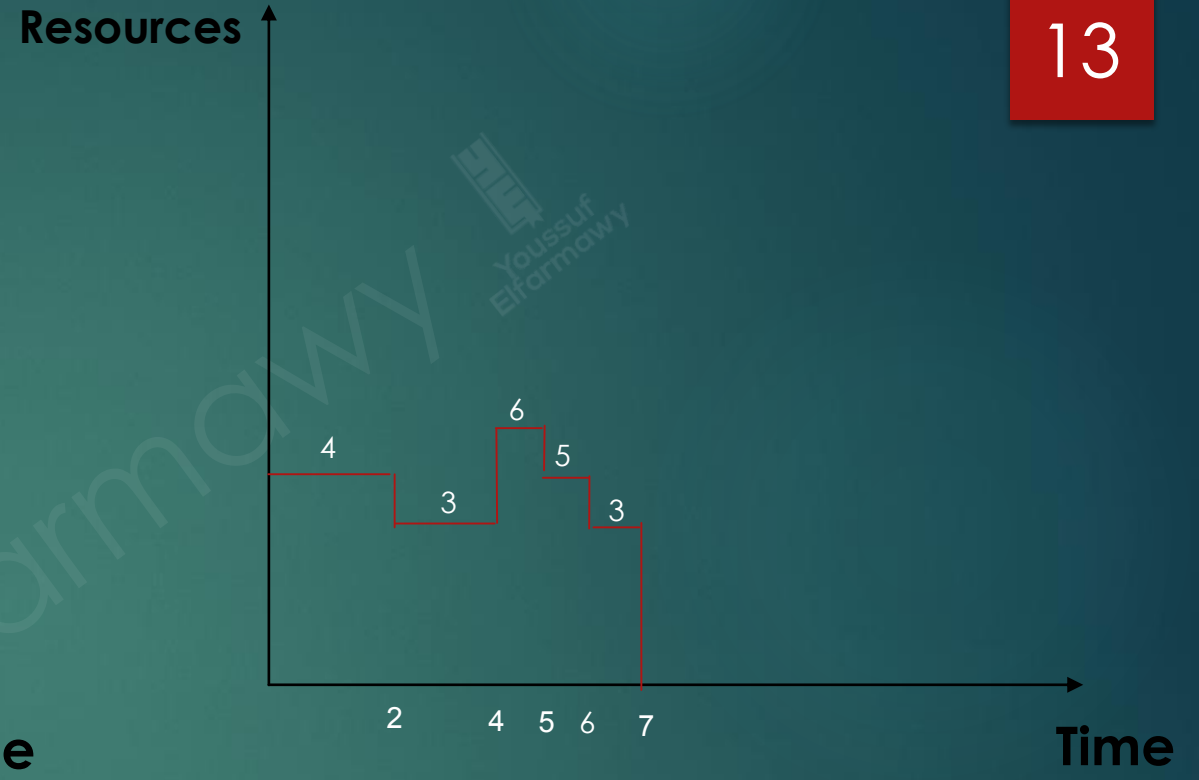
* هذا الجدول يوضح قيم R^2 عند الـ 12 احتمال ...
 من الـ 12 احتمال نجد أن أفضل احتمال هو الذي يعطي قيمة $R^2 = 120$

مهم جداً :

مطلوب رسم Resource levelling قبل و بعد الحل الذي تم اختياره



Before levelling



After levelling

Minimum Moment Algorithm

14

Steps for solution :

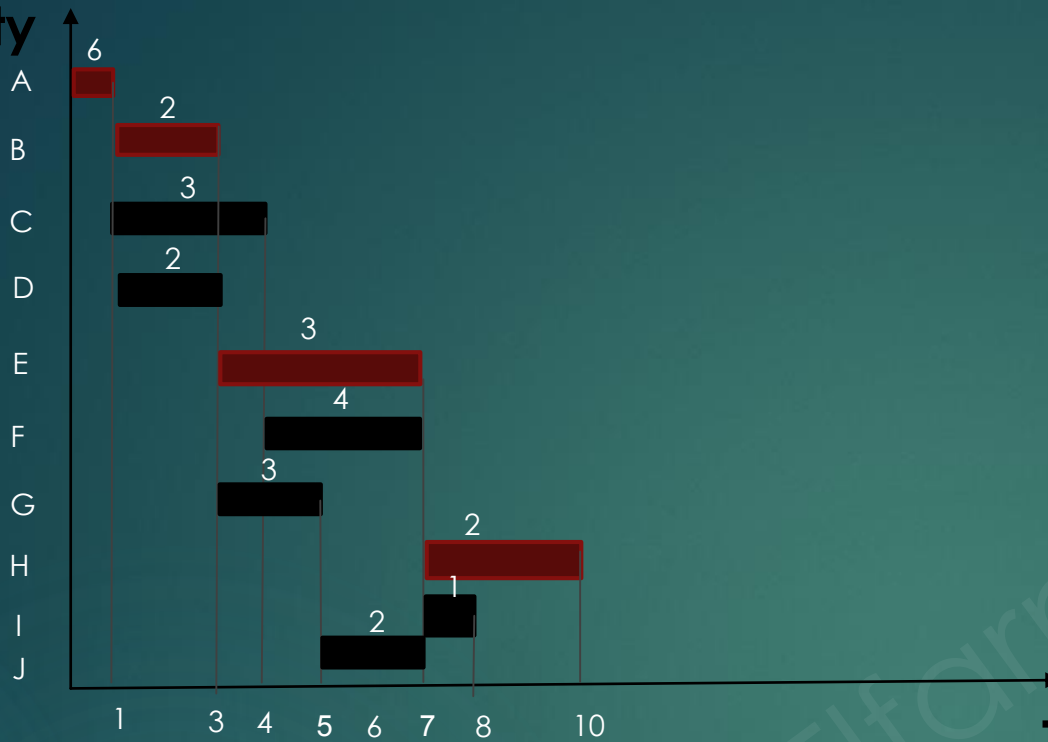
- * هي طريقة أخرى و لكن باستخدام قانون يتم التعويض به .
نرسم Bar-chart مثل الطريقة السابقة
- ▶ Draw bar-chart.
- ▶ Calculate free float for all activities. نُحدد الفترات الزمنية المسموح للبنود غير الحرجة أن تتأخرها
- ▶ Determine the stage for each activity. سيتم تقسيم المسألة إلى مجموعة من Stages كما سيتم شرحه.
- ▶ I.F. (Act., S) = $r (\sum X_i - \sum W_i - m \cdot r)$ القانون الذي سنعوّض به و هو يحسب ما يُسمى بمعامل التحسين.
- ▶ $r = \text{rate of resources}$.. هو المعدل المطلوب من الـ Resources أي عددهم في اليوم أو الأسبوع حسب المُعطى
- ▶ $\sum X_i = \text{Sum of resources under the shifted activity before moving.}$
 - ▶ مجموع الـ Resources في الوضع القديم قبل الحركة .
- ▶ $\sum W_i = \text{Sum of resources under the shifted activity after moving.}$
 - ▶ مجموع الـ Resources بعد الحركة .
- ▶ $m = \text{the smaller of shift or duration.}$ القيمة الأصغر من زمن البند و الحركة الحادثة للبند .

**سيتم حساب قيم مُعامل التحسين و اختيار القيمة الأعلى فيهم حيث تُعطي أعلى قيمة تحسين .

► **Example (1) :**

	Preceding activity	Duration (day)	Number of resources / day
A	----	1	6
B	A	2	2
C	A	3	3
D	A	2	2
E	B	4	3
F	C	3	4
G	D	2	3
H	E	3	2
I	F	1	1
J	G	2	2

Activity

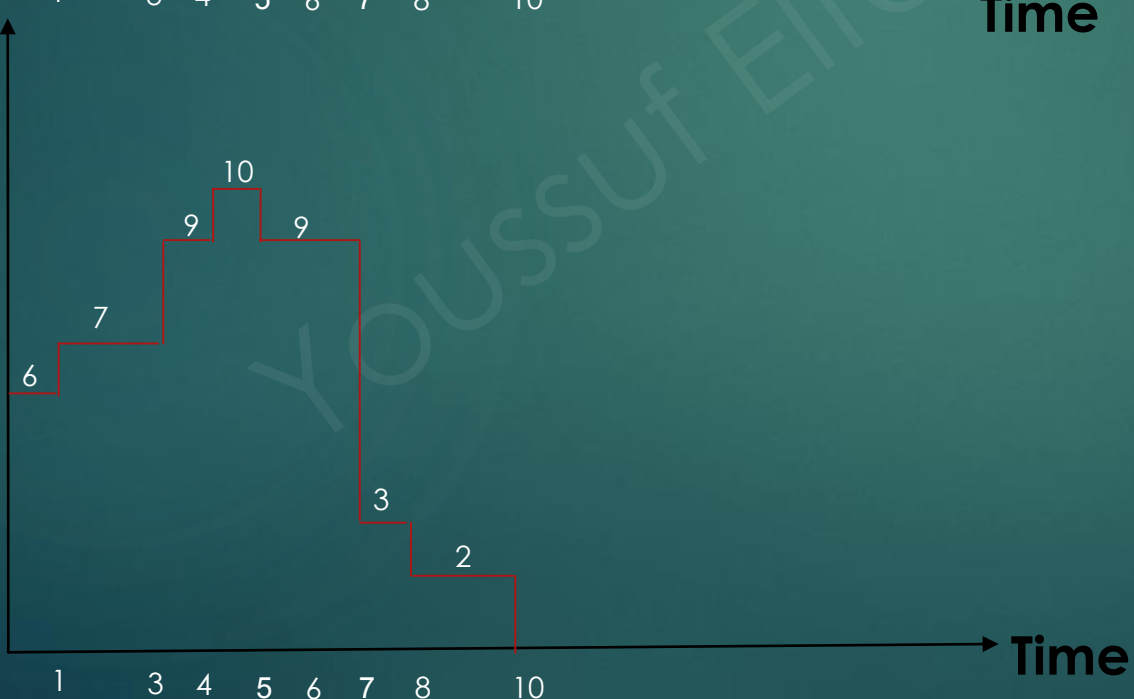


16

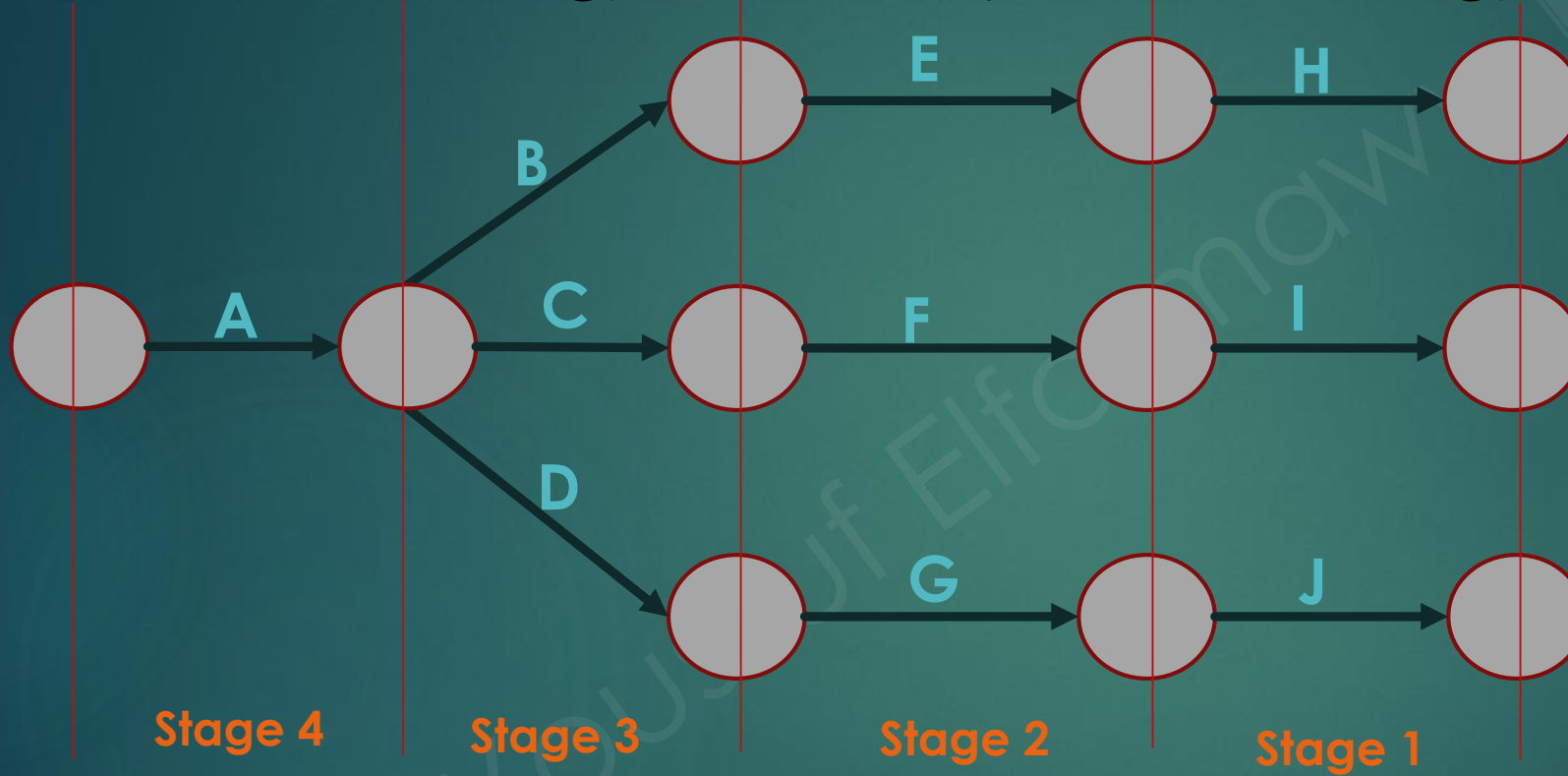
Critical path ABEH

و بالتالي لا يُمكن تحريك أي بند من هذه البنود لأنها ستؤدي لتأخير المشروع

Resources



* سيتم رسم Arrow diagram و تُقسّم البنود إلى مجموعة من الـ Stages ترتيبها يكون من النهاية إلى البداية . ▶



لشرح درس الـ **Arrow diagram** من الرابط التالي :

<http://www.mediafire.com/file/obwnp1z37pmtfnz/management+course+3rd+civil%282%29.pdf>

Stage 1 :

18

- ▶ *نبدأ أولاً بـ Stage 1 نجد أن بها ثلاث بنود هم H & I & J ، نُفكر في البنود التي من الممكن أن تتحرك فنجد أن البند H في المسار الحرج و بالتالي لا يُمكن أن يتحرك ، نجد أن البند I انتهى بعد اليوم الثامن و المشروع انتهى بعد اليوم العاشر و بالتالي يكون هناك سماحية لتأخير البند I يومين كأقصى تأخير ، و نجد أن البند J انتهى بعد اليوم السابع و المشروع انتهى بعد اليوم العاشر و بالتالي يكون هناك سماحية لتأخير البند J ثلاثة أيام كأقصى تأخير .

*نبدأ بتطبيق القانون لكل تأخير أو Shift يتم إحداثه للبنود المسموح بحركتها و هي I & J . $I.F. (Act., S) = r (\sum X_i - \sum W_i - m.r)$.

Rate of resources for act. $I = 1$

$$I.F. (I, 1) = 1 (3 - 2 - 1 * 1) = 0$$

القيمة الأصغر من فترة تنفيذ البند و هي 1 و قيمة التأخير الذي تم و هو 1

مجموع الـ resources بعد تأخير البند يوم أي في الفترة من 8 إلى 9 و من العلاقة المرسومة نجد أنها 2

مجموع الـ resources قبل تأخير البند أي في الفترة من 7 إلى 8 و من العلاقة المرسومة نجد أنها 3

Rate of resources for act. $I = 1$

Rate of resources for act. $I = 1$

$$I.F. (I, 2) = 1 (3 - 2 - 1 * 1) = 0$$

القيمة الأصغر من فترة تنفيذ البند و هي 1 و قيمة التأخير الذي تم و هو 2

مجموع الـ resources بعد تأخير البند يومين أي في الفترة من 9 إلى 10 و من العلاقة المرسومة نجد أنها 2

مجموع الـ resources قبل تأخير البند أي في الفترة من 7 إلى 8 و من العلاقة المرسومة نجد أنها 3

Rate of resources for act. $I = 1$

رغم أن قيمة مُعامل التحسين كانت صفر أي لا يوجد تحسين لكن سننفذ هذا التحسين و ذلك لكي تفتح مجال لحركة البنود التي خلفها و هنا هو البند F

بنفس الطريقة نحسب مُعامل التحسين الناتج عن تحريك البند J يوم و يومين و ثلاثة أيام ...

Rate of resources for act. J = 2

$$I.F. (J, 1) = 2 (9*2 - 12 - 1*2) = 8$$

القيمة الأصغر من فترة تنفيذ البند و هي 2 و قيمة التأخير الذي تم و هو 1
مجموع الـ resources بعد تأخير البند يوم أي في الفترة من 6 إلى 8 و من العلاقة المرسومة نجد أنها 12

مجموع الـ resources قبل تأخير البند أي في الفترة من 5 إلى 7 و من العلاقة المرسومة نجد أنها 18

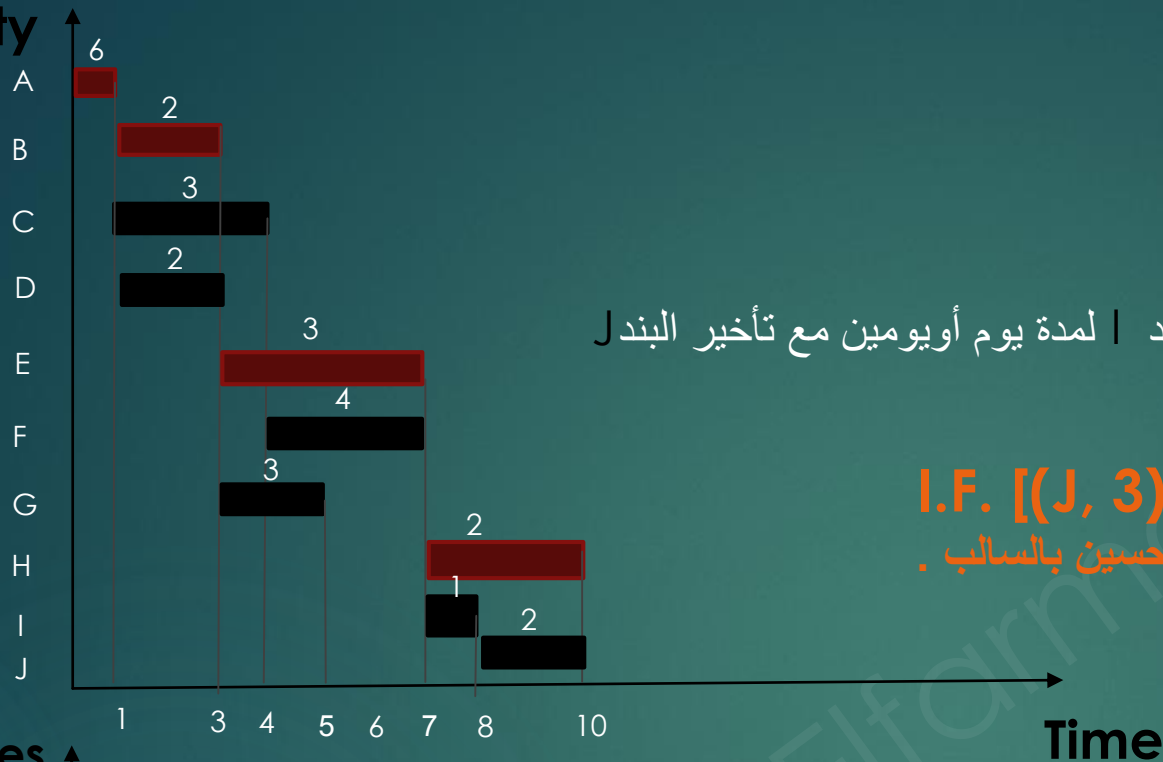
Rate of resources for act. J = 2

$$I.F. (J, 2) = 2 (9*2 - 5 - 2*2) = 18$$

$$I.F. (J, 3) = 2 (9*2 - 4 - 2*2) = 20 \rightarrow \text{الأعلى قيمة مُعامل تحسين لذلك سنُحرك هذا البند 3 أيام}$$

**يجب الآن التفكير في تحريك البندين معًا ، و لكن نلاحظ أن حركة J التي تم اختيارها هي 3 أيام لأن مُعامل التحسين لها أكبر ، أما بالنسبة للبند A فمن الممكن أن يتحرك يوم أو يومين ، لذلك سنجرب تحريك البند J ثلاثة أيام ثم نحرك البند A يوم و يومين و نحسب مُعامل التحسين للحالتين ..

Activity



نلاحظ أن هذا التعديل بعد تأخير البند ل ثلاثة أيام ، لكن لم نُجرب تأخير البند | لمدة يوم أو يومين مع تأخير البند لذلك سنُجرب تأخير البند | الآن بعدما تم تأخير البند ل .

$$I.F. [(J, 3) + (I, 1)] = 1 (3 - 4 - 1*1) = -Ve$$

لذلك إذا تم تأخير البند | يوم واحد مع تأخير البند ل ثلاثة أيام سيُعطى تحسين بالسالب .

Resources



$$I.F. [(J, 3) + (I, 2)] = 1 (3 - 4 - 1*1) = -Ve$$

لذلك إذا تم تأخير البند | يومين مع تأخير البند ل ثلاثة أيام سيُعطى تحسين بالسالب .

لذلك يُعتبر أفضل حل من ناحية التحسين هو تأخير البند ل ثلاثة أيام فقط .

Stage 2 :

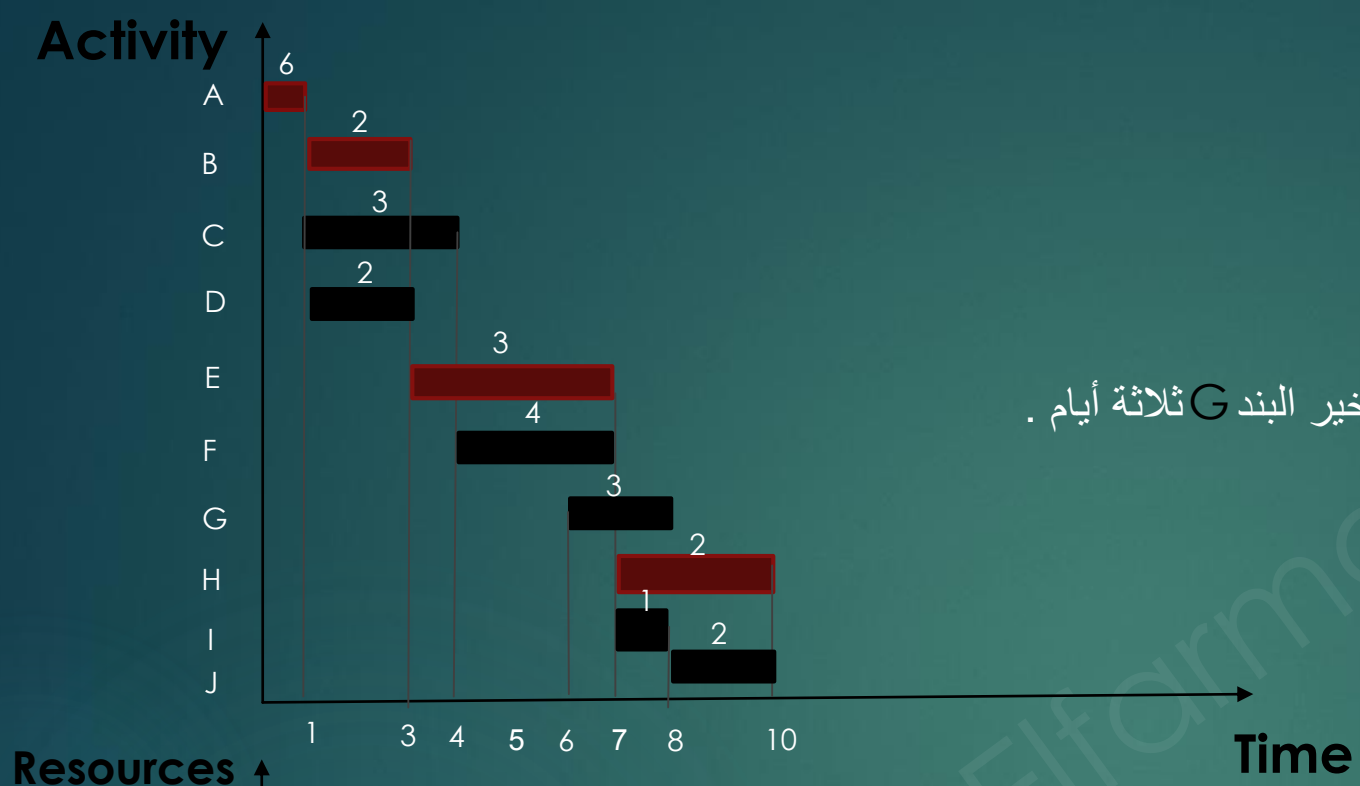
- ▶ *نبدأ الآن بـ Stage 2 نجد أن بها ثلاث بنود هم E & F & G ، نُفكر في البنود التي من المُمكن أن تتحرك فنجد أن البند E في المسار الحرج و بالتالي لا يُمكن أن يتحرك ، نجد البند F يليه البند I الذي لم يتحرك لذلك لن نستطيع عمل أي حركة بالبند F ، ونجد أن البند G يليه البند L و الذي كان سيتحرك 3 أيام كأفضل تحسين كما تم حسابه لذلك فإن البند G يُمكن أن يتحرك 3 أيام كأقصى فترة .

$$\text{I.F. (G , 1)} = 3 (19 - 17 - 1*3) = -ve$$

$$\text{I.F. (G , 2)} = 3 (19 - 14 - 2*3) = -ve$$

$$\text{I.F. (G , 3)} = 3 (19 - 10 - 2*3) = +9$$

لذلك سيتم تحريك البند G لمدة 3 أيام كأفضل تحسين مُمكن .



نقوم برسم Bar chart جديد بعد إجراء التعديل الأخير الذي تم بتأخير البند G ثلاثة أيام .



Stage 3 :

- ▶ *نبدأ الآن بـ Stage 3 نجد أن بها ثلاث بنود هم B & C & D ، نُفكر في البنود التي من الممكن أن تتحرك فنجد أن البند B في المسار الحرج و بالتالي لا يُمكن أن يتحرك ، نجد البند C يليه البند F الذي لم يتحرك لذلك لن نستطيع عمل أي حركة بالبند C ، ونجد أن البند D يليه البند G و الذي كان سيتحرك 3 أيام كأفضل تحسين كما تم حسابه لذلك فإن البند D يُمكن أن يتحرك 3 أيام كأقصى فترة .

$$\text{I.F. (D , 1)} = 2 (14 - 13 - 1*2) = -ve$$

$$\text{I.F. (D , 2)} = 2 (14 - 13 - 2*2) = -ve$$

$$\text{I.F. (D , 3)} = 2 (14 - 14 - 2*2) = -ve$$

لذلك لن يتم تحريك البند D و ذلك لأن كل قيم مُعامل التحسين بالسالب .

Stage 4 :

- ▶ *نبدأ الآن بـ Stage 4 نجد أن بها بند واحد فقط و هو البند A و بعده ثلاثة بنود تعتمد عليه و هي B & C & D ، و يُلاحظ أن هذه البنود الثلاثة لم يتحرك منهم أي بند لذلك لن يستطيع البند A أن يتحرك .

مهم جداً :

*مطلوب رسم Resource levelling قبل و بعد التعديلات التي تمت

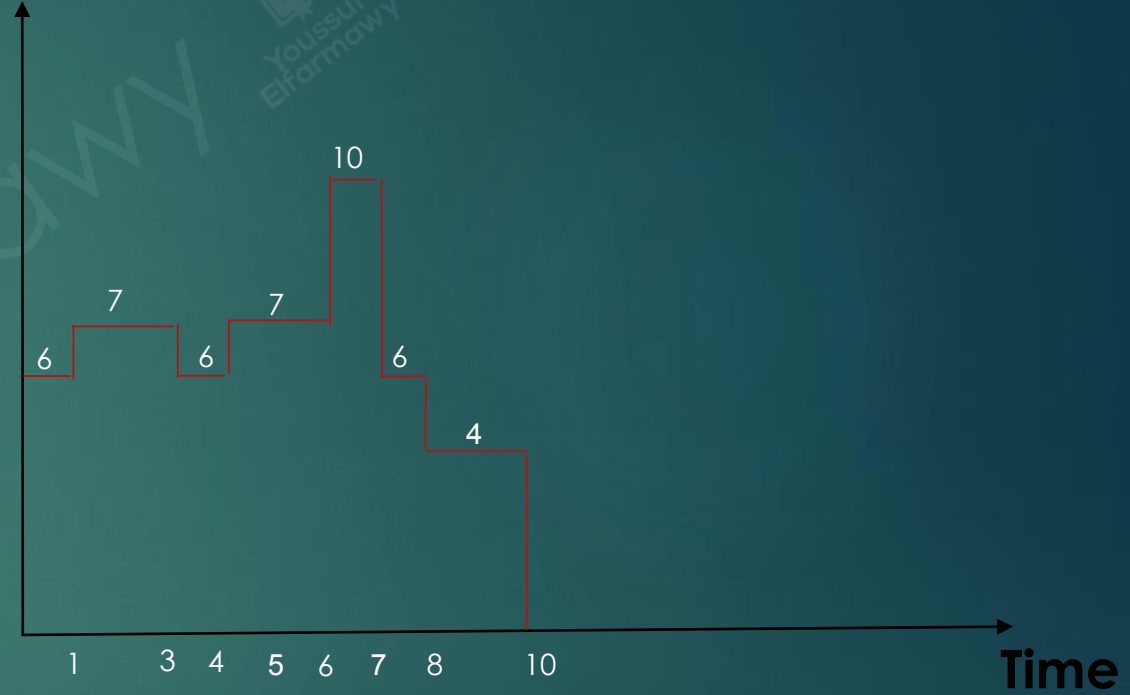
**إذا كان هناك بند غير معلوم هل هو في Stage 2 or 3 يتم اعتباره في الـ Stage الأكبر أي Stage 3 هنا مثلاً .

*إذا كان هناك بند به من الأساس سماحية للتأخير دون تأخير البنود التي تليه لذلك يُمكن أن يتأخر على الرغم من عدم تحرك البنود التي تليه.

Resources

**Before levelling**

Resources

**Before levelling**